



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **10275808 A**(43) Date of publication of application: **13.10.98**

(51) Int. Cl. **H01L 21/3205**
H01L 21/3065
H01L 21/316
// C23F 4/00

(21) Application number: **09262646**(22) Date of filing: **09.09.97**(30) Priority: **29.01.97 JP 09 29762**

(71) Applicant: **SPEEDFAM CO LTD KAGAKU**
GIJUTSU SHINKO
JIGYODANHORIIE YASUHIRO

(72) Inventor: **YANAGISAWA MICHIIKO**
IIDA SHINYA
HORIIE YASUHIRO

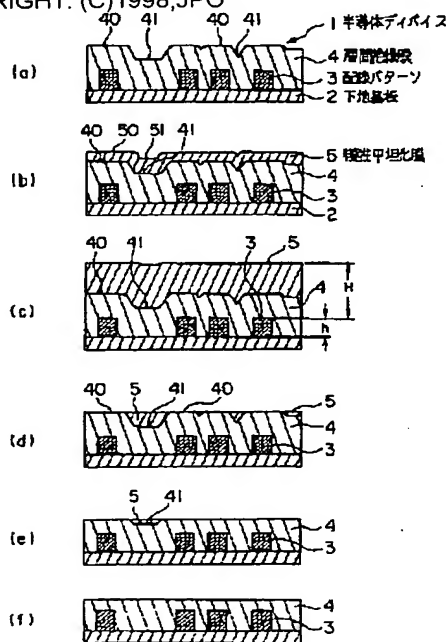
(54) METHOD FOR PLANARIZING SEMICONDUCTOR DEVICE**(57) Abstract:**

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method for planarizing a semiconductor device by which an insulating film, having recessing and projecting sections correspondingly to a wiring pattern can be nearly completely planar.

SOLUTION: A method for planarizing semiconductor device comprises the planarizing film forming process of forming a sacrificial planarized film 5 thicker than the wiring pattern 3 of a semiconductor device 1 on an interlayer insulating film 4, deposited on the wiring pattern 3 and a plasma etching process of etching the sacrificial planarized film 5 with oxygen ions, etc., produced from an O₂ gas and etching the interlayer insulating film 4 with negative fluorine ions, etc., produced from an SF₆ gas by generating plasma of a mixed gas of the O₂ gas and SF₆ gas. In plasma-etching process, specifically, the etching rate of the oxygen ions, etc., to the sacrificial planarized film 5 and that of the negative fluorine ions, etc., to the insulating film 4 are made nearly equal to each other by adjusting the mixing ratio of the SF₆ gas and O₂ gas to

about 9:1. The etching is performed until the sacrificial planarized film 5 is completely etched off with the gases.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO



(51)Int.Cl.⁶ 識別記号

H 0 1 L 21/3205
 21/3065
 21/316
 // C 2 3 F 4/00

F I

H 0 1 L 21/88 K
 21/316 P
 C 2 3 F 4/00 E
 H 0 1 L 21/302 L

審査請求 未請求 請求項の数10 F D (全 8 頁)

(21)出願番号 特願平9-262646

(22)出願日 平成9年(1997)9月9日

(31)優先権主張番号 特願平9-29762

(32)優先日 平9(1997)1月29日

(33)優先権主張国 日本(J P)

(71)出願人 000107745

スピードファム株式会社

神奈川県綾瀬市早川2647

(71)出願人 396020800

科学技術振興事業団

埼玉県川口市本町4丁目1番8号

(71)出願人 594169385

堀池 靖浩

東京都保谷市東伏見3-2-12

(72)発明者 柳澤 道彦

神奈川県綾瀬市早川2647 スピードファム

株式会社内

(74)代理人 弁理士 塚原 孝和

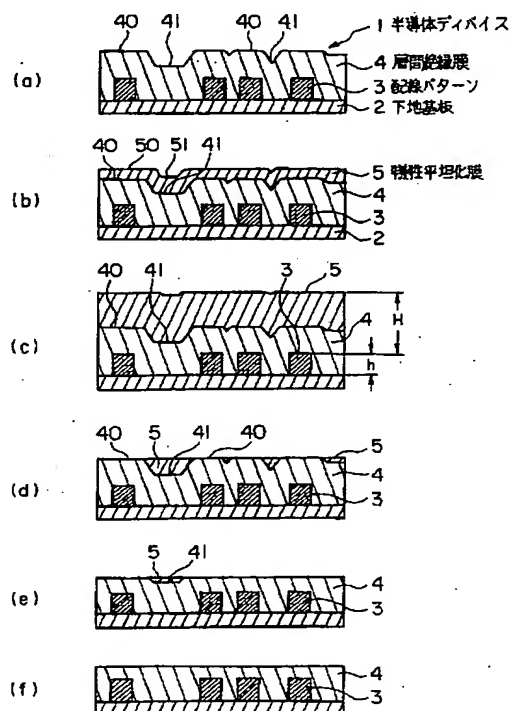
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 半導体デバイスの平坦化方法

(57)【要約】

【課題】 配線パターンに応じた凹凸を有する絶縁膜をほぼ完全に平坦化することができる半導体デバイスの平坦化方法を提供する。

【解決手段】 半導体デバイス1の配線パターン3上に堆積された層間絶縁膜4上に、犠牲平坦化膜5を配線パターン3の厚さよりも厚く形成する平坦化膜形成工程と、O₂ガスとSF₆ガスとの混合ガスでプラズマを発生させ、犠牲平坦化膜5をO₂ガスから生じる酸素イオン等によってエッチングし、層間絶縁膜4をSF₆ガスから生じるフッ素負イオン等によってエッチングするプラズマエッチング工程とを具備している。具体的には、プラズマエッチング工程において、SF₆ガスとO₂ガスとの混合比を略9対1にし、犠牲平坦化膜5に対する酸素イオン等のエッチング速度と層間絶縁膜4に対するフッ素負イオン等のエッチング速度とを略同一にする。そして、これらのガスによって、犠牲平坦化膜5が完全に消失するまでエッチングを行う。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体デバイスの配線パターン上に堆積された絶縁膜上に、犠牲平坦化膜を略平坦に形成する平坦化膜形成工程と、

第1のガスと第2のガスとを有する混合ガスでプラズマを発生させ、上記犠牲平坦化膜を、上記第1のガスから生じる第1のイオン及び活性種によってエッチングし、上記絶縁膜を、上記第2のガスから生じる第2のイオン及び活性種によってエッチングするプラズマエッチング工程と、

を具備する半導体デバイスの平坦化方法であって、上記プラズマエッチング工程は、上記犠牲平坦化膜に対する第1のイオン及び活性種のエッチング速度と上記絶縁膜に対する第2のイオン及び活性種のエッチング速度とを略同一にする混合比で、上記第1のガスと第2のガスとを混合し、上記犠牲平坦化膜が完全に消失するまでエッチングを行うものである、

ことを特徴とする半導体デバイスの平坦化方法。

【請求項2】 請求項1に記載の半導体デバイスの平坦化方法において、

上記犠牲平坦化膜は、有機膜であり、

上記第1のイオン及び活性種は、酸素系ガスから生じるものであり、

上記第2のイオン及び活性種は、ハロゲン系ガスから生じるものである、

ことを特徴とする半導体デバイスの平坦化方法。

【請求項3】 請求項2に記載の半導体デバイスの平坦化方法において、

上記有機膜は、ポリイミド樹脂系高分子の膜、天然ゴム系高分子の膜、ノボラック樹脂系高分子の膜、ポリビニール系高分子の膜、ポリエチレングリコールの膜、パラフィン系炭化水素の膜、及びグリセリンの膜のいずれかである、

ことを特徴とする半導体デバイスの平坦化方法。

【請求項4】 請求項2または請求項3に記載の半導体デバイスの平坦化方法において、

その厚さが上記配線パターンの厚さよりも厚くなるように、上記犠牲平坦化膜を形成した、

ことを特徴とする半導体デバイスの平坦化方法。

【請求項5】 請求項2ないし請求項4のいずれかに記載の半導体デバイスの平坦化方法において、

上記ハロゲン系ガスは、SF₆ガス、NF₃ガス、CHF₃ガス、及びフルオロカーボンガスのいずれかであり、上記酸素系ガスは、O₂ガス、COガス、CO₂ガス、NO₂ガス、N₂Oガス、及びH₂Oガスのいずれかである、

ことを特徴とする半導体デバイスの平坦化方法。

【請求項6】 請求項5に記載の半導体デバイスの平坦化方法において、

上記ハロゲン系ガスをSF₆ガスとすると共に上記酸素

系ガスをO₂ガスとし、

これらのSF₆ガスとO₂ガスとの混合比を、略9対1に設定した、

ことを特徴とする半導体デバイスの平坦化方法。

【請求項7】 請求項5に記載の半導体デバイスの平坦化方法において、

上記ハロゲン系ガスをC₂F₆ガスとすると共に上記酸素系ガスをO₂ガスとし、

これらのC₂F₆ガスとO₂ガスとの混合比を、略9対1～略4対1の間の混合比に設定した、

ことを特徴とする半導体デバイスの平坦化方法。

【請求項8】 請求項2ないし請求項7のいずれかに記載の半導体デバイスの平坦化方法において、

上記第2のイオンとして、ハロゲン負イオンを生成する、

ことを特徴とする半導体デバイスの平坦化方法。

【請求項9】 請求項8に記載の半導体デバイスの平坦化方法において、

ダウンストリーム法により、上記ハロゲン負イオンを生成させる、

ことを特徴とする半導体デバイスの平坦化方法。

【請求項10】 請求項1ないし請求項9のいずれかに記載の半導体デバイスの平坦化方法において、

上記プラズマエッチング工程におけるプラズマは、ICPプラズマ、ヘリコン波励起プラズマ、ECRプラズマ、及び表面波プラズマのいずれかである、

ことを特徴とする半導体デバイスの平坦化方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、配線パターン上に形成された絶縁膜を平坦化するための半導体デバイスの平坦化方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 半導体デバイス分野では、半導体デバイスの高集積化、高機能化に伴い、配線パターンの微細化が要求されている。デバイス製造技術の1つであるフォトリソグラフィ技術では、露光波長を短くしたり、レンズのNA（開口数）を高くする等して、ステップの解像度を上げることで、微細な配線パターンを形成するようにしている。ところが、露光波長を短くしたり、レンズのNAを高くなどすると、ステップの焦点深度が浅くなるので、層表面に凹凸があると、この凹凸が配線パターン形成に悪影響を与える。例えば、多層配線デバイスにおける凹凸は、下層配線層と上層配線層との界面に現れる。すなわち、下層配線層に配線ピッチが必ずしも一様でないので、配線パターンを覆う層間絶縁膜の表面に、この配線パターンを反映した凹凸形状が現れるのである。このように、下層配線層の表面に凹凸が現れると、上層配線層の配線パターンを微細化することが困難になってくる。したがって、高集積度の半導体デ

ィバイスを製造するためには、層表面を平坦化することが必要不可欠となる。

【0003】従来、この種の平坦化技術としては、平坦化膜を形成し、気相エッチングするエッチバック法という技術がある。図5は、エッチバック法を示す工程順断面図である。この技術は、図5の(a)に示すように、下地基板100の上に配線パターン101を形成した後、図5の(b)に示すように、配線パターン101上に、CVD法などによって層間絶縁膜102を形成する。すると、この層間絶縁膜102の表面に、配線パターン101を反映した凹凸が発生する。このため、図5の(c)に示すように、流動性などの性質即ち自己平坦性を有するSOG (Spin On Glass), TEOS (Tetra Ethyl Ortho Silicate) 等の絶縁材料103を層間絶縁膜102の表面に塗布する。これにより、その自己平坦性により、絶縁材料103が層間絶縁膜102上で略面一に凝固し、絶縁材料103の表面が平坦な状態となる。そして、この状態で後工程のエッチバックによるエッチングを行うことで、層間絶縁膜102が平坦化される。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上記した従来の技術では、次のような問題がある。図5の(c)に示したように、配線パターン101の間隔が一定である場合には、絶縁材料103はその性質から略平坦に分布する。これに対して、図5の(d)に示すように、配線パターン101の間隔に粗、密があると、その粗、密の状態を反映した凹凸が絶縁材料103の表面に現れてしまう。このため、後工程のエッチバックにおいて、エッチングがこの表面形状を維持したまま進行することとなり、エッチング後の層間絶縁膜102の表面に凹凸形状が残ってしまう。大部分の多層配線デバイスでは、図5の(d)に示すように、配線パターン101に粗密部分が存在する。したがって、従来の技術では、このようなデバイスに対する平坦化を行うことが困難であった。

【0005】この発明は上述した課題を解決するためになされたもので、配線パターンに応じた凹凸を有する絶縁膜をほぼ完全に平坦化することができる半導体デバイスの平坦化方法を提供することを目的としている。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、請求項1の発明は、半導体デバイスの配線パターン上に堆積された絶縁膜上に、犠牲平坦化膜を略平坦に形成する平坦化膜形成工程と、第1のガスと第2のガスとを有する混合ガスでプラズマを発生させ、犠牲平坦化膜を、第1のガスから生じる第1のイオン及び活性種によってエッチングし、絶縁膜を、第2のガスから生じる第2のイオン及び活性種によってエッチングするプラズマエッチング工程とを具備する半導体デバイスの平坦

化方法であって、プラズマエッチング工程は、犠牲平坦化膜に対する第1のイオン及び活性種のエッチング速度と絶縁膜に対する第2のイオン及び活性種のエッチング速度とを略同一にする混合比で、第1のガスと第2のガスを混合し、犠牲平坦化膜が完全に消失するまでエッチングを行うものである構成とした。かかる構成により、平坦化膜形成工程において、略平坦な犠牲平坦化膜が半導体デバイスの絶縁膜上に形成される。プラズマエッチング工程に移行すると、まず、犠牲平坦化膜が第1のイオン及び活性種によってエッチングされていく。そして、絶縁膜が犠牲平坦化膜の間から露出した状態になると、犠牲平坦化膜が第1のイオン及び活性種によってエッチングされると共に、絶縁膜が第2のイオン及び活性種によってエッチングされていく。このとき、第2のイオン及び活性種が、第1のイオン及び活性種によるエッチング速度と略同一の速度で絶縁膜をエッチングするので、犠牲平坦化膜表面と絶縁膜表面とが略面一になるように、エッチングが進行する。そして、犠牲平坦化膜が完全に消失したところでプラズマエッチング工程を完了すると、平坦な表面の絶縁膜を有した半導体デバイスが形成される。

【0007】請求項2の発明は、請求項1に記載の半導体デバイスの平坦化方法において、犠牲平坦化膜は、有機膜であり、第1のイオン及び活性種は、酸素系ガスから生じるものであり、第2のイオン及び活性種は、ハロゲン系ガスから生じるものである構成とした。請求項3の発明は、請求項2に記載の半導体デバイスの平坦化方法において、有機膜は、ポリイミド樹脂系高分子の膜、天然ゴム系高分子の膜、ノボラック樹脂系高分子の膜、ポリビニール系高分子の膜、ポリエチレングリコールの膜、パラフィン系炭化水素の膜、及びグリセリンの膜のいずれかである構成とした。請求項4の発明は、請求項2または請求項3に記載の半導体デバイスの平坦化方法において、その厚さが配線パターンの厚さよりも厚くなるように、犠牲平坦化膜を形成した構成としてある。請求項5の発明は、請求項2ないし請求項4のいずれかに記載の半導体デバイスの平坦化方法において、ハロゲン系ガスは、SF₆ガス、NF₃ガス、CHF₃ガス、及びフルオロカーボンガスのいずれかであり、酸素系ガスは、O₂ガス、COガス、CO₂ガス、NO₂ガス、N₂Oガス、及びH₂Oガスのいずれかである構成とした。請求項6の発明は、請求項5に記載の半導体デバイスの平坦化方法において、ハロゲン系ガスをSF₆ガスとすると共に酸素系ガスをO₂ガスとし、これらSF₆ガスとO₂ガスとの混合比を、略(約)9対1に設定した構成としてある。請求項7の発明は、請求項5に記載の半導体デバイスの平坦化方法において、ハロゲン系ガスをC₂F₆ガスとすると共に酸素系ガスをO₂ガスとし、これらのC₂F₆ガスとO₂ガスとの混合比を、略9対1〜略4対1の間の混合比に設定した構成としてあ

る。請求項8の発明は、請求項2ないし請求項7のいずれかに記載の半導体デバイスの平坦化方法において、第2のイオンとして、ハロゲン負イオンを生成する構成とした。請求項9の発明は、請求項8に記載の半導体デバイスの平坦化方法において、ダウンストリーム法により、ハロゲン負イオンを生成させる構成とした。請求項10の発明は、請求項1ないし請求項9のいずれかに記載の半導体デバイスの平坦化方法において、プラズマエッチング工程におけるプラズマは、ICPプラズマ、ヘリコン波励起プラズマ、ECRプラズマ、及び表面波プラズマのいずれかである構成とした。

【0008】

【発明の実施形態】以下、この発明の実施形態について図面を参照して説明する。

（第1の実施形態）図1は、この発明の第1の実施形態に係る半導体デバイスの平坦化方法の工程順断面図である。図1の(a)において、符号1は、この実施形態の方法によって平坦化する半導体デバイスであり、この半導体デバイス1は、下地基板2と配線パターン3と層間絶縁膜4とでなっている。下地基板2上の配線パターン3はA1-Si導電膜であり、スパッタリングによって形成されている。層間絶縁膜4は、SiO₂（二酸化珪素）膜であり、CVD（Chemical Vapor Deposition）法によって成長形成されたものである。このように、CVD法によって層間絶縁膜4を配線パターン3の上に堆積したため、配線パターン3を反映した凸部40と凹部41とが層間絶縁膜4の表面に現れる。

【0009】この実施形態の半導体デバイスの平坦化方法は、上記のように層間絶縁膜4の表面に現れた凸部40、凹部41を削って、層間絶縁膜4を平坦化するための技術であり、平坦化膜形成工程とプラズマエッチング工程とで構成されている。

【0010】平坦化膜形成工程は、図1の(b)及び(c)に示すように、層間絶縁膜4上に犠牲平坦化膜5を形成する工程である。犠牲平坦化膜5は、有機高分子膜であり、東京応化工業株式会社製のポジ型レジストOFPR-800が用いられている。この工程では、粘度10CP以下に設定された略液状の上記OFPR-800を、回転する半導体デバイス1の中心部に滴下する。すると、OFPR-800が、その流動性と半導体デバイス1の回転力によって、半導体デバイス1の中心部から周縁部分に向かって広がり、図1の(b)に示すように、このOFPR-800による犠牲平坦化膜5が、配線パターン3上に積層される。ところで、図1の(b)に示すように、犠牲平坦化膜5を配線パターン3上に形成しても、犠牲平坦化膜5の表面に層間絶縁膜4の凸部40に対応した凸部50や凹部41に対応した凹部51が現れるが、凸部50と凹部51との段差は犠牲平坦化膜5が厚くなるに従って小さくなる。したがって、犠牲平坦化膜5を厚くすることで、犠牲平坦化膜5

の表面を完全に平坦にすることができる。しかし、犠牲平坦化膜5の表面が完全に平坦になるまで厚くすると、平坦化膜形成工程の処理時間が長くなる。かといって、犠牲平坦化膜5を薄くして処理時間の短縮を図ると、凸部50と凹部51との段差が大きく残ってしまい、以下のプラズマエッチング工程に支障を来す。そこで、この実施形態では、図1の(c)に示すように、犠牲平坦化膜5の厚さを配線パターン3の厚さよりも若干厚めに設定し、即ち、配線パターン3から犠牲平坦化膜5の表面までの厚さHが配線パターン3の厚さhの略2.5倍になるまで、犠牲平坦化膜5の塗布処理を行うことで、犠牲平坦化膜5の表面を略平坦にした。このような厚さの犠牲平坦化膜5を層間絶縁膜4に形成した後、加熱処理して、犠牲平坦化膜5を硬化させることで、平坦化膜形成工程を完了し、次のプラズマエッチング工程に移行する。

【0011】プラズマエッチング工程は、図1の(d)～(f)に示すように、層間絶縁膜4の表面を平坦に削る工程であり、図2に示すようなプラズマ発生装置6によって実現することができる。図2に示すプラズマ発生装置6は、ICP（Inductively Coupled Plasma）法によってプラズマを発生する装置である。具体的には、周波数13.56MHzのRF電流を発生する高周波電源60と、マッチングボックス61を介して高周波電源60に接続されたコイル状のICPアンテナ62と、半導体デバイス1を吸着する静電チャック63と、マッチングボックス64を介して静電チャック63に接続されたバイアス用高周波電源65とを備えている。

【0012】このような構成のプラズマ発生装置6において、そのイオンや活性種が犠牲平坦化膜5のみをエッチング可能なO₂（酸素）ガス（第1のガス）を充填したボンベ66を装置筐体6aのガス導入ノズル6bに接続すると共に、そのイオンや活性種が層間絶縁膜4のみをエッチング可能なSF₆（六フッ化硫黄）ガス（第2のガス）を充填したボンベ67をガス導入ノズル6cに接続する。そして、図1の(c)に示した半導体デバイス1を静電チャック63上に吸着させ、静電チャック63を上下させて、半導体デバイス1をICPアンテナ62に下方10cmの位置に位置決めする。この状態で、O₂ガスとSF₆ガスをボンベ66、67から装置筐体6aのヘッド内に供給し、O₂とSF₆との混合ガスを形成する。このとき、ボンベ66、67の弁66a、67aを調整して、SF₆とO₂ガスとの混合比が略9対1になるようにする。これにより、高周波電源60を駆動させると、周波数13.56MHzのRF電流がICPアンテナ62に流れ、このRF電流によって、ICPアンテナ62を中心に回転する磁束が発生し、ICPアンテナ62に沿って回転する回転電場がヘッド内に発生する。この結果、混合ガス内の電子が上記回転電場によって加速され、ガス分子に衝突して、ICPプラズマを

発生する。具体的には、O₂ガスに基づく酸素イオンと、活性種及びSF₆ガスに基づくフッ素負イオン、フッ素正イオン及び活性種などを含むプラズマが発生する。このとき、バイアス用高周波電源65の駆動により、半導体デバイス1側の電位が正、負を高周波で繰り返しているため、そのタイミングで、プラズマ中の正イオン、負イオン、電子が半導体デバイス1側に吸引される。ところで、ICPアンテナ62の近傍では、電子に対するエネルギー供給が大きく、電子温度が高いため、プラズマ中にはフッ素正イオン、電子及び活性種が存在し、フッ素負イオンはほとんど存在しない。ところが、ICPアンテナ62の下方では、電子がエネルギーを失い、低エネルギー電子がフッ素正イオンや活性種に付着する反応が頻繁に発生する。このため、プラズマから半導体デバイス1に入射するエッチング種内に、フッ素負イオンが発生することとなる。すなわち、この実施形態では、半導体デバイス1をICPアンテナ62の下方10cmの位置に配置して、上記のようなダウンストリーム法を適用することにより、多量のフッ素負イオンを発生させて、半導体デバイス1に入射するようにしている。この結果、第1のイオン及び活性種としての酸素イオン及び酸素活性種と第2のイオン及び活性種としてのフッ素正イオン、フッ素負イオン及びフッ素活性種とが半導体デバイス1に入射して、半導体デバイス1のエッチングに寄与することとなる。

【0013】以下、酸素イオン及びその活性種とフッ素負イオン及びフッ素正イオンとによるエッチング動作について説明する。図1の(c)に示すように、犠牲平坦化膜5が最上層にあり、この犠牲平坦化膜5のエッチング種は酸素イオン及びその活性種である。このため、まず、これらが犠牲平坦化膜5を一定の速度でエッチングしていく。このとき、犠牲平坦化膜5の当初の表面が略平坦であるので、犠牲平坦化膜5は平坦な表面を維持した状態でエッチングされる。そして、図1の(d)に示すように、層間絶縁膜4の凸部40の頭面が露出すると、フッ素負イオン、フッ素正イオンやその活性種が層間絶縁膜4の凸部40部分をエッチングし出すと共に、酸素イオン及びその活性種が残存している犠牲平坦化膜5をエッチングしていく。ところで、酸素イオン等の犠牲平坦化膜5に対するエッチング速度は、フッ素負イオン等の層間絶縁膜4に対するエッチング速度の略9倍程度と考えられる。したがって、SF₆ガスとO₂ガスとの混合比が同じであると、犠牲平坦化膜5の方が速くエッチングされるので、表面が平坦にならない。しかし、上記したように、SF₆ガスとO₂ガスとの混合比が略9対1に設定されているので、フッ素負イオン等の層間絶縁膜4に対するエッチング速度と酸素イオン等の犠牲平坦化膜5に対するエッチング速度とが略同一になる。この結果、図1の(e)に示すように、層間絶縁膜4の表面と犠牲平坦化膜5の表面とを略面一に維持しながら、エ

ッチングが進行する。そして、図1の(f)に示すように、残存する犠牲平坦化膜5が完全に消失したところで、即ち層間絶縁膜4の凹部41が完全に消失したところで、プラズマ発生装置6を停止させてエッチングを止めると、層間絶縁膜4の表面が略平坦な状態となり、プラズマエッチング工程が完了する。

【0014】このように、この実施形態の半導体デバイスの平坦化方法によれば、配線パターン3の粗、密を反映した凸部40、凹部41が半導体デバイス1の層間絶縁膜4に生じたとしても、層間絶縁膜4の表面を略完全に平坦化することができる。

【0015】(第2の実施形態)次いで、この発明の第2の実施形態に係る半導体デバイスの平坦化方法について説明する。この実施形態の平坦化方法は、平坦化膜形成工程とプラズマエッチング工程とで構成されている点で、上記第1の実施形態と同様であるが、プラズマエッチング工程で用いる混合ガスの種類と混合比とが上記第1の実施形態と異なる。

【0016】すなわち、第1のガスとしてO₂ガスを用い、第2のガスとしてC₂F₆(六フッ化エタン)ガスを用いた。そして、これらC₂F₆ガスとO₂ガスとの混合比を略9対1〜略4対1に設定して、この混合ガスをプラズマ放電させ、生成したフッ素イオン、酸素イオン、活性種で半導体デバイス1を平坦化した。

【0017】このように、C₂F₆ガスとO₂ガスとの混合ガスの混合比を略9対1〜略4対1に設定することとしたのは、次の理由による。図3は、C₂F₆ガスとO₂ガスとの混合ガスにおけるO₂ガスの割合と各膜のエッチング速度との相関図である。発明者等は、プラズマ発生装置6の高周波電力と、バイアス用高周波電源25によるバイアス電圧と、混合ガスの流量とを、それぞれ、600W、400V、25SCCMに設定し、装置筐体6a内圧力を50mTorrにした。そして、この条件下で、C₂F₆ガスとO₂ガスとの混合ガスに対するO₂ガスの割合を変化させながら、層間絶縁膜4に対するエッチング速度v₄と、犠牲平坦化膜5に対するエッチング速度v₅とをそれぞれ調べてみた。すると、図3に示すように、層間絶縁膜4のエッチング速度v₄は、O₂ガスの割合が増加するに従って減少し、これに対して、犠牲平坦化膜5のエッチング速度v₅は、O₂ガスの割合が増加するに従って増大した。しかも、O₂ガスの割合を略20%に設定した時点で、エッチング速度v₄とエッチング速度v₅との曲線が交差した。すなわち、O₂ガスの割合が略20%の上記混合ガスを放電させると、層間絶縁膜4及び犠牲平坦化膜5が、この混合ガスから生じるイオンや活性種によって共に略1200nm/minのエッチング速度でエッチングされることが認識された。

【0018】ところで、上記条件下では、O₂ガスの割合が略20%のときに、層間絶縁膜4のエッチング速度v₄と犠牲平坦化膜5のエッチング速度v₅とが等しくな

ったが、圧力などの条件が変わると、エッチング速度 v_4 、 v_5 を等しくする O_2 ガスの割合も変わると考えられる。そこで、発明者等は、エッチング速度 v_4 、 v_5 に最も影響を与えらると思われる装置筐体6a内圧力のみを変えながら、各圧力値においてエッチング速度 v_4 、 v_5 を等しくする O_2 ガスの割合を調べてみた。図4は、圧力と等速エッチング時の O_2 ガス割合との相関図である。図4に示すように、装置筐体6a内圧力を10mTorrに設定すると、 O_2 ガス割合が略10パーセントのときに、エッチング速度 v_4 、 v_5 が等しくなった。そして、圧力を漸次上げていったところ、エッチング速度 v_4 、 v_5 を等速にする O_2 ガス割合も上昇し、圧力を50mTorrまで上げた後は、 O_2 ガスの割合が略20%で頭打ちとなった。このような調査結果から、圧力バルブ50mTorr以上の条件下では、 O_2 ガスの割合を略20%に設定しておく限り、層間絶縁膜4のエッチング速度 v_4 と犠牲平坦化膜5のエッチング速度 v_5 とが常に等しくなると考えられる。また、圧力10mTorr未満の条件下では、エッチング速度 v_4 、 v_5 を等しくする O_2 ガスの割合が10パーセントよりも低くなると考えられる。したがって、このような低圧力下においても、エッチング速度 v_4 、 v_5 を等しくすることが可能である。しかしながら、 O_2 ガスの割合を10%よりも低くすると、犠牲平坦化膜5に対するエッチング速度 v_5 も遅くなると考えられ、作業能率上好ましくない。そこで、発明者等は、 C_2F_6 ガスと O_2 ガスの混合ガスにおける O_2 ガスの割合を略10%～略20%、即ち、 C_2F_6 ガスと O_2 ガスとの混合比を略9対1～略4対1に設定して、半導体デバイス1の確実な平坦化と作業の能率化とを図ることとした。

【0019】上記のように、この実施形態の半導体デバイスの平坦化方法によれば、 C_2F_6 ガスと O_2 ガスとの混合ガスを用い、しかも、これらのガスの混合比を略9対1～略4対1に設定することで、図1の(d)に示したように、層間絶縁膜4が露出した後における層間絶縁膜4と犠牲平坦化膜5とのエッチング速度 v_4 、 v_5 をほぼ完全に一致させることができ、より一層の平坦化が可能となる。その他の構成、作用効果は上記第1の実施形態と同様であるので、その記載は省略する。

【0020】なお、この発明は、上記実施形態に限定されるものではなく、発明の要旨の範囲内において、種々の変形や変更が可能である。例えば、上記実施形態では、有機高分子である東京応化工業株式会社製のポジ型レジストOFPR-800を使用して、犠牲平坦化膜5を形成したが、PIQ（ポリイミド樹脂系高分子）、天然ゴム系高分子、ノボラック樹脂系高分子、ポリビニール系高分子、ポリエチレングリコール、パラフィン系炭化水素、及びグリセリンでも犠牲平坦化膜5を形成することができる。また、層間絶縁膜4をエッチングするためのハロゲン系ガスとして、 SF_6 ガス及び C_2F_6 ガス

を用いたが、 NF_3 （酸フッ化窒素）ガスや CHF_3 ガス、及び CF_4 （四フッ化炭素）等のフルオロカーボン材料によるガスを用いても良い。一方、犠牲平坦化膜5をエッチングするための酸素系ガスとして、 O_2 ガスを用いたが、この代わりに、 CO ガス、 CO_2 ガス、 NO_2 ガス、 N_2O ガス、及び H_2O ガスを用いても良い。また、第1のガスとして、そのイオンや活性種が犠牲平坦化膜5をエッチング可能な全てのガスを用いることができ、第2のガスとして、そのイオンや活性種が層間絶縁膜4をエッチング可能な全てのガスを用いることができる。また、上記第1の実施形態では、第2のガスとして SF_6 ガスを用いると共に第1のガスとして O_2 ガスを用いたことから、その混合比を略9対1に設定したが、これに限らない。すなわち、第2の実施形態のごとく、第1及び第2のガスの種類を考慮する。具体的には、第1のガスから生じる第1のイオン及び活性種の犠牲平坦化膜5に対するエッチング速度と、第2のガスから生じる第2のイオン及び活性種の層間絶縁膜4に対するエッチング速度とを考慮して、これらの速度が等しくなるように、第1及び第2のガスの混合比を決定する。さらに、上記実施形態では、プラズマ発生装置6を用いてICPプラズマを発生させたが、他の装置を用いて、ECR（Electron Cyclotron Resonant）プラズマ、ヘリコン波励起プラズマ、マイクロ波プラズマ、表面波プラズマなどを発生するようにしても良い。また、プラズマ発生装置6において、フッ素負イオンをいわゆるダウンストリーム方で生成したが、高周波電源60のRF電流を数 μs の周期でオン、オフさせることでフッ素負イオンを生成するいわゆる時間変調法を用いて、フッ素負イオンを生成するようにしても良い。

【0021】以上詳しく説明したように、この発明の半導体デバイスの平坦化方法によれば、配線パターンの粗密を反映した凹凸が絶縁膜に生じていたとしても、絶縁膜の表面を略完全に平坦化することができるという優れた効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の第1の実施形態に係る半導体デバイスの平坦化方法の工程順断面図である。

【図2】プラズマエッチング工程で適用されたプラズマ発生装置の構成図である。

【図3】この発明の第2の実施形態に適用された C_2F_6 ガスと O_2 ガスとの混合ガスにおける O_2 ガスの割合と各膜のエッチング速度との相関図である。

【図4】圧力と等速エッチング時の O_2 ガス割合との相関図である。

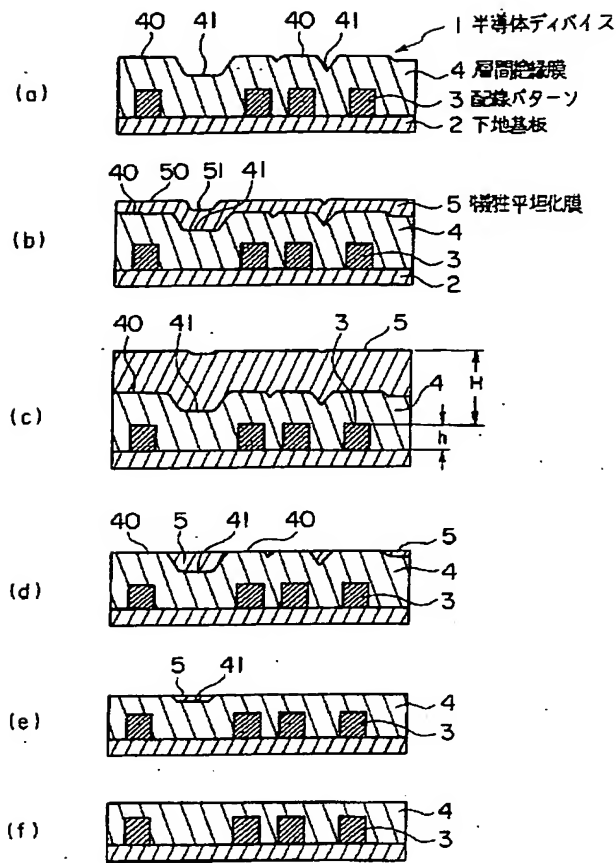
【図5】エッチバック法を示す工程順断面図である。

【符号の説明】

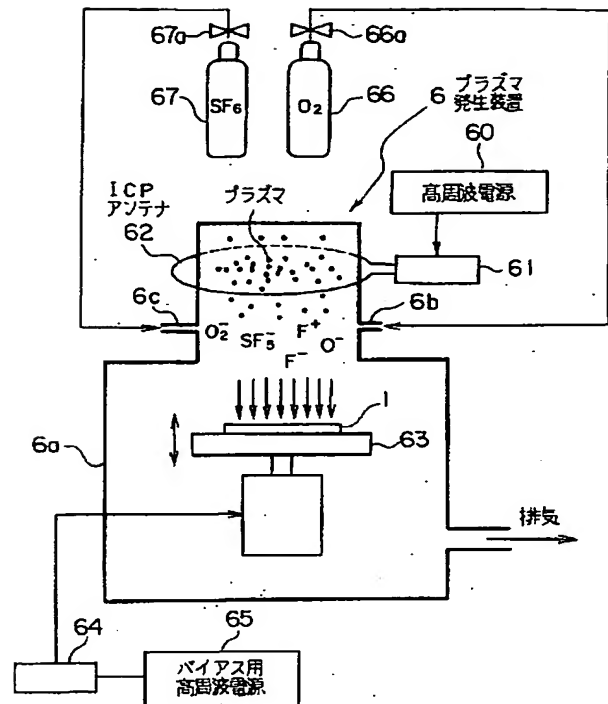
1・・・半導体デバイス、 2・・・下地基板、 3・・・配線パターン、 4・・・層間絶縁膜、 5・・・犠牲平坦化膜、 40、50・・・凸部、 41、51

凹部。

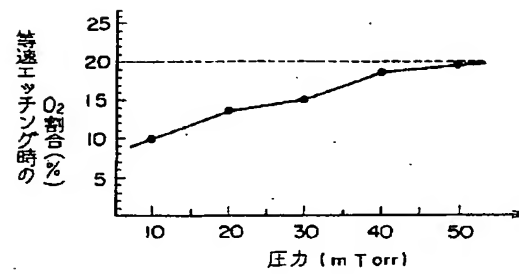
【図1】



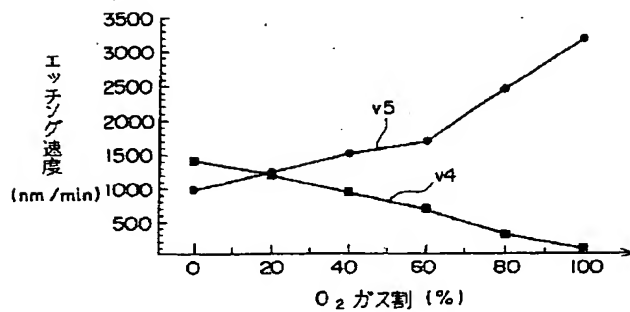
【図2】



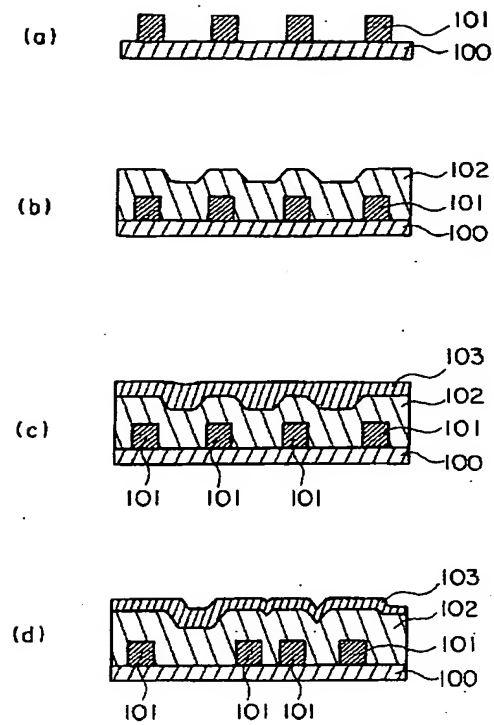
【図4】



【図3】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 飯田 進也
神奈川県綾瀬市早川2647 スピードファム
株式会社内

(72)発明者 堀池 靖浩
東京都保谷市東伏見3丁目2番12号